

УДК 621.396.001

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДВОЄНИХ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ГУЧНОМОВЦІВ НА ЇХ ЯКІСНІ ПАРАМЕТРИ

© Ващишак С. П., Чеховський С. А., Піндус Н. В., 1999

Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу

Проаналізовано вплив теплових характеристик здвоєних електродинамічних низькочастотних гучномовців на їх параметри та запропоновано метод, який дає змогу суттєво покращити якісні показники звучання як здвоєних, так і одиничних електродинамічних гучномовців.

З метою покращення якості відтворення звуку в області низьких частот (НЧ) та зменшення габаритних розмірів акустичних систем (АС) при підвищеній вихідній потужності розроблено здвоєний електродинамічний гучномовець (ЕДГ) [1]. Він складається з двох електродинамічних гучномовців, розвернутих на 180° один відносно одного, кожен з яких має випромінюючу поверхню у вигляді напівсфери. Намагнічення магнітних систем і під'єднання звукових котушок (ЗК) здійснюється таким чином, що переміщення вперед однієї з випромінюючих поверхонь гучномовця призводить до переміщення назад іншої на таку ж віддаль. Однак внаслідок того, що випромінюючі поверхні разом з елементами шасі утворюють замкнуте середовище, всередині якого знаходяться магнітні системи (МС) і ЗК, рух останніх під дією електричних сигналів спричиняє інтенсивне їх розігрівання. Це розігрівання є тим більшим, чим більшим є струм через ЗК і чим ближчою до синусоїдальної є форма сигналу. В результаті відтворення низькочастотних потужних сигналів на протязі тривалого часу здвоєний ЕДГ може вийти з ладу внаслідок розігріву проводу ЗК до температури, що є вищою за максимально допустиму. Гучномовець в такому випадку, як правило, виходить з ладу. Для того, щоб запобігти цьому і нормалізувати теплові режими роботи пристрою необхідно або зменшувати подавану на нього потужність, або ж, проаналізувавши його внутрішні теплові процеси, знайти технічні рішення, які дадуть змогу зменшити вплив тепла на роботу гучномовця і тим самим підвищити його вихідну потужність та надійність. Аналіз теплових процесів, що виникають в звичайних НЧ гучномовцях наведено в [2], однак запропоновані там технічні рішення проблеми тепловиділення базуються, в основному, на застосуванні нових дорогих технологій. В той же час сучасні вітчизняні заводи мають розроблені технології та обладнання для випуску в основному ЕДГ, доля яких в загальному випуску гучномовців складає майже 90%.

Згідно [2] в ЕДГ найбільше нагрівання ЗК від-

бувається у верхній її частині біля місця кріплення до дифузора. Одним з методів організації тепловідводу від ЗК є застосування "розімкнутого радіатора" – смуги мідної або алюмінієвої фольги, яка нанесена на ЗК з її внутрішнього боку. Це дає змогу зробити теплове поле ЗК більш рівномірним і зменшити нагрів її верхньої частини на 3-6%. Однак застосування радіатора в ЗК має і негативні наслідки – суттєво зростає маса ЗК, а гучномовець починає гірше відтворювати імпульсні сигнали. Наступним перспективним методом охолодження ЗК є створення примусового повітряного потоку через отвір в керні, який виходить назовні МС. Внаслідок руху ЗК і центруючих шайб під пилезахисним ковпачком гучномовця створюються знакозмінні перепади тиску, які призводять до закачування холодного повітря з навколишнього середовища через отвір в керні до ЗК, охолодження її і виштовхування теплого повітря через цей же отвір назовні.

Проведені дослідження такої системи охолодження ЗК на ВО "Карпати" (м. Івано-Франківськ) показали значну її ефективність. Температуру нагріву ЗК вдалось зменшити майже на 10%. Однак в цьому випадку вихідні акустичні сигнали гучномовця спотворюються, внаслідок чого виникає нестаціонарний шумовий сигнал, який зумовлений "свистінням" повітря в отворі керна при певних довжинах хвиль. Як показали дослідження, цей шум зменшується із збільшенням діаметра отвору в керні, але саме збільшення цього діаметра зменшує магнітну індукцію в зазорі ЗК, що призводить до втрати потужності. Експериментально встановлено, що для забезпечення необхідної магнітної індукції в повітряному зазорі ЗК відношення діаметра керна до діаметра отвору в ньому повинно бути не більшим як 3:1. Для компенсації шуму повітря на ВО "Карпати" запропоновано робити отвори в дифузоре під звуковим ковпачком, що зменшує тиск повітря в цій зоні і, відповідно, зменшує його швидкість при проходженні через отвір в керні. Однак, як показала експлуатація в удосконалених таким чином гучно-

мовцях, повністю усунути шум не вдається.

Нами запропоновано ряд заходів, які б дали змогу суттєво зменшити нагрівання ЗК без зміни її габаритів чи маси і запобігти виникненню шумів. Ці заходи дозволяють створити ефективну систему тепловідведення як для здвоєних, так і для звичайних електродинамічних гучномовців.

АЧХ здвоєного НЧ гучномовця має стрімкий спад на частотах понад 400 Гц (рис. 1), що зумовлено специфікою самого гучномовця. Це дає змогу застосувати описану вище методику охолодження ЗК за допомогою отвору в керні при умові, що спектр шуму буде знаходитися за межею ефективно відтворюваних гучномовцем частот f_1 (рис. 1).

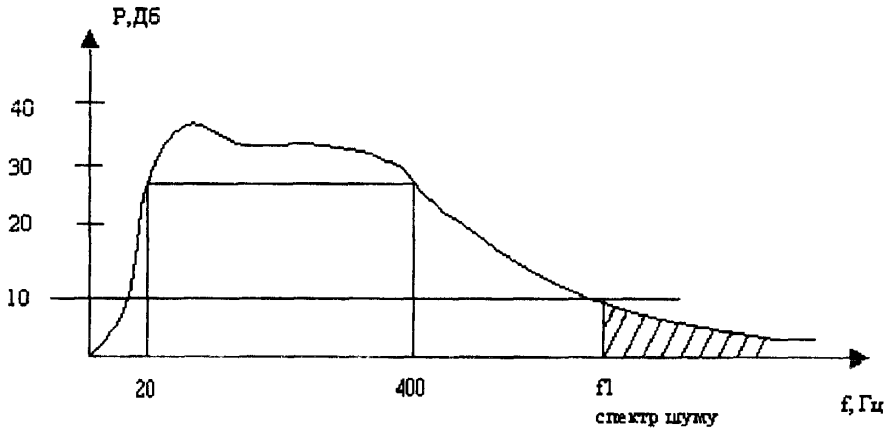


Рис. 1. АЧХ здвоєного електродинамічного гучномовця.

Проте, оскільки отвір в керні немає прямого сполучення з поверхнею ЗК, то навіть при його наявності значна частина повітря, що проходить з отвору в нього ж і повертається, не встигаючи при цьому здійснювати охолодження. Щоб інтенсифікувати охолодження поверхні ЗК за допомогою додаткової подачі повітря, отвори необхідно робити навпроти повітряного зазору ЗК вздовж його утворюючої. Розміщення акустичних резонаторів на поверхні керна гучномовця (рис.2) показано з зовнішнього боку керна навпроти повітряного зазору ЗК.

Одним з методів зменшення рівня шуму повітря через отвори є застосування акустичних резонаторів 1 у виді трубок (рис 2). Довжина такого резонатора визначається таким чином:

$$L = \frac{C}{2f_1}, \quad (1)$$

де C - швидкість звуку в повітрі, f_1 - нижня частота шумового сигналу (рис. 1).

Для того, щоб погасити шумовий сигнал на основній частоті резонатора 1 (рис. 2) встановлюється додатковий резонатор 2 однакової з ним довжини. Але резонатор 2 повинен бути зміщений по висоті на відстань Δl від основного для того, щоб зсунути фазу вихідного сигналу. В результаті цього відбувається інтерференція звукових хвиль на виходах резонаторів в напрямку пріоритетного розповсюдження звуку від них. Відстань Δl для цього випадку визначається з виразу

$$\Delta l = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad (2)$$

де λ - довжина хвилі сигналу; $k = 0, 1, 2, 3 \dots$

Значення коефіцієнта k вибирається на основі конструктивних особливостей гучномовця з метою, щоб відстань Δl завжди забезпечувала зсув фаз на непарну кількість напівхвиль.

Загальний об'єм повітря, яке приймає участь в теплопередачі гучномовця може бути визначений таким чином:

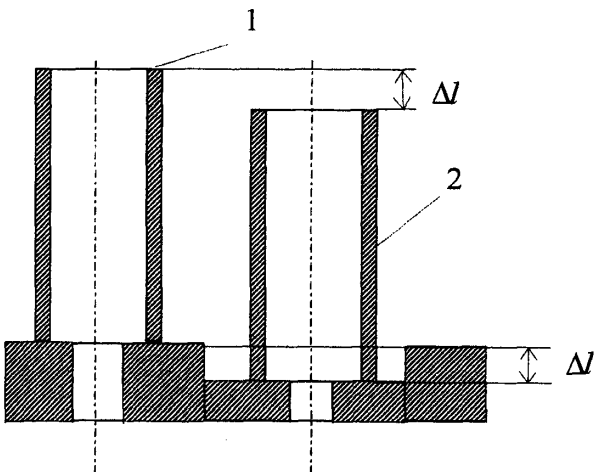


Рис. 2. Розміщення акустичних резонаторів на поверхні керна гучномовця.

$$V_{заг} = (V_n - V_{зк}) + V_{ш} + V_k, \quad (3)$$

де V_n - об'єм повітряного зазору ЗК, $V_{ш}$ - об'єм повітря під шайбою центруючого, V_k - об'єм повітря під ковпачком, $V_{зк}$ - об'єм ЗК.

Об'єм повітря, яке повинно бути поданим в гучномовець і виштовхнутим з нього, визначається амплітудою A переміщення мембрани і для ЕДГ знаходиться так:

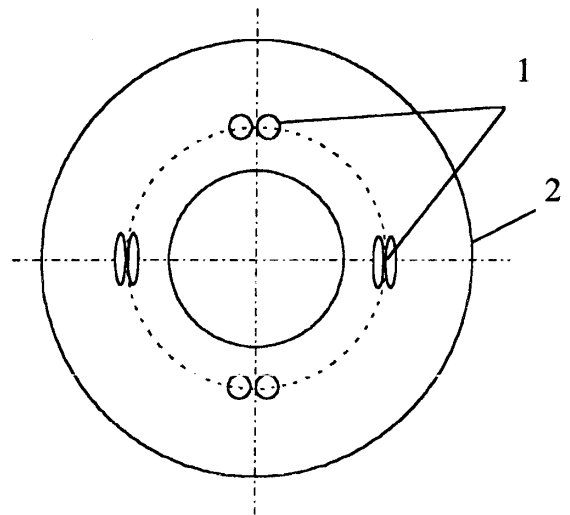
$$V = \frac{\pi A(SR^2 + 3r^2 + A^2)}{6}, \quad (4)$$

де R - зовнішній радіус мембрани, r - внутрішній радіус мембрани.

Спосіб встановлення резонаторів на зовнішній стороні фланця ядра показаний на рис. 3.

Мінімальна кількість резонаторів і їх діаметр залежать від рівня зменшення магнітної індукції в зазорі ЗК, швидкості зміни об'єму повітря та ступені охолодження ЗК.

Застосування системи тепловідведення з використанням акустичних резонаторів крім підвищення вихідної потужності ЕДГ також дає змогу звужити спектр шумів повітря, а зміна їх розмірів дозволяє перемішувати цей спектр вздовж смуги частот і вибирати області, де вплив шумів на акустичний відгук гучномовця є найменшим.



1 – акустичні резонатори
2 – зовнішня поверхня фланця ядра

Рис. 3. Спосіб розміщення акустичних резонаторів на зовнішній поверхні фланця ЕДГ.

1. Патент України 15335А Н04R 7/00. Електродинамічний здвоєний низькочастотний гучномовець./ С. П. Ващишак, С. А. Чеховський, З. П. Лютак, П. М. Райтер // Бюл. ВАК № 3. 2. Ващишак С. П., Піндус Н. В. Енергетичні аспекти синтезу та контролю параметрів високоякісних випромінювачів звуку. Вісник державного університету "Львівська політехніка" Серія: "Проблеми економії енергії", № 2, 1999.